

Rekabentuk Komposisi Gas Petroleum Cecair Di Dalam Selinder Mudahalih

*Zainal Zakaria, Mohd Norani Abd. Rahman, G. Raju,
Abu Samah Nasir & Moh Redhuan Ramlee*

Jabatan Kejuruteraan Polimer & Gas

Abstrak

Permulaan penggunaan gas petroleum cecair di Malaysia bermula pada tahun 1983 dengan purata jualan 1.2 matrik tan sebulan dan berkembang secara mendadak pada tahun 1985 di mana purata jualan telah meningkat kepada 250 matrik tan sebulan. Sistem pengagihan gas ini mempunyai berbagai-bagai konsep sama ada secara domestik, komersial ataupun industri. Oleh kerana sektor ini masih baru maka masalah ketidakhabisan gas di dalam selinder berkapasiti 50 kg telah dikenalpasti di mana purata bakinya adalah 5.78 kg dengan komposisi 2.17/97.82 antara propana dan butana. Justeru itu satu kajian secara terperinci untuk mengatasi masalah ini perlulah dilakukan untuk menerbitkan satu rekabentuk komposisi yang betul. Daripada keputusan satu kajian makmal yang dilakukan didapati semua komposisi gas petroleum cecair tidak dapat dihabiskan tetapi hanya boleh diminimumkannya sahaja (kajian dibuat berdasarkan kepada peratus berat). Walau bagaimanapun dengan berpandukan kepada profile tekanan, suhu, berat dan komposisi serta kadar alir maka takat optimum yang boleh dipertimbangkan sebagai satu rekabentuk adalah dengan menambahkan lebih daripada 60 % kandungan propana di dalam gas petroleum cecair.

1.0 Pengenalan

Gas petroleum cecair merupakan pendekatan yang diguna untuk menjelaskan bahawa propana dan butana merupakan hidrokarbon dominan. Ini bagi memenuhi syarat biasa untuk mencapai pencairan lengkap pada tekanan atmosfera dan peruwapan lengkap apabila dilepaskan ke atmosfera (W.W. Clark, 1983). Perkembangan penggunaan gas petroleum cecair di Malaysia masih di peringkat permulaan dan hanyalah terhad kepada penghantaran melalui selinder mudahalih sahaja. Objektif muktamad negara adalah untuk mempelbagaikan penggunaan tenaga dan mengurangkan pergantungan terhadap minyak sebagai sumber utama. Setakat ini terdapat 28 tempat penggunaan domestik dan beberapa tempat penggunaan komersial serta industri di sekitar Kuala Lumpur (Yahya Abdul Halim, 1989).

Gas petroleum cecair lebih popular digunakan sebagai bahan tenaga berbandingkan dengan bahan bakar lain memandangkan faktor-faktor seperti mudah dikendalikan, kurang pencemaran, pemulihan tenaga, kurang kawasan yang diperlukan dan sebagainya. Walau bagaimanapun, memandangkan sektor ini masih lagi baru maka masalah ketidakhabisan gas di dalam selinder mudahalih telah dikenalpasti. Masalah ini terjadi apabila gas petroleum cecair dikeluarkan secara peruwapan kelompok di mana suhu dan tekananya jatuh dan mungkin mencapai takat di mana tekanan selinder tidak cukup untuk membekalkan daya tolakkan yang diperlukan (Zainal Zakaria, 1993). Fenomena ini mengakibatkan wujudnya apa yang dikatakan sebagai baki gas petroleum cecair.

Akhir-akhir ini banyak rungutan daripada pengguna telah diterima oleh pihak industri tentang masalah di atas. Para pengguna telah beranggapan jika sekiranya masalah tersebut dibiarkan berlarutan maka pihak industri gas akan mengaut keuntungan yang berlipat

ganda. Ini kerana pihak industri gas hanya perlu menambah sedikit sahaja kuantiti gas bagi mencapai kuantiti jualan padahal pengguna masih membayar pada harga yang sama (Zainal Zakaria, 1994). Walau bagaimanapun, terdapat juga segelintir pihak pembekal yang tidak bertanggungjawab telah mengambil kesempatan ini dengan cara mengumpulkan baki-baki dalam selinder dan dijual semula kepada pengguna dan laporan yang diterima oleh pengkaji bahawa total baki daripada 13 selinder akan menghasilkan 1 selinder pada kuantiti jualan.

1.1 Kajian-Kajian Lepas

Kajian mengenai gas petroleum cecair secara terperinci tidak banyak dilakukan sehingga kini terutamanya mengenai penganalisan baki. Walau bagaimanapun, pada hemat pengkaji, sebenarnya kajian telah dilakukan memandangkan gas ini amat popular sebagai bahan bakar yang efektif sejak lebih daripada 30 tahun lalu cuma keputusannya sahaja tidak dikemukakan kepada umum. Di samping itu kemungkinan juga pihak industri gas lebih cenderung kepada penggunaan gas asli terutamanya di negara-negara barat yang dihantar melalui talian paip. Malah akhir-akhir ini industri gas petroleum cecair yang dahulunya begitu aktif tetapi kini semakin hilang kepopularitinya.

Walaupun begitu, terdapat juga beberapa kajian yang telah dikenalpasti oleh pengkaji yang boleh dijadikan sebagai rujukan yang bermakna di dalam pelaksanaan projek penyelidikan ini. Antaranya adalah:

- a. Pada tahun 1970 oleh Dick & Timn dari ESSO United Kingdom. Mereka telah melakukan kajian ke atas kadar pengunduran gas petroleum cecair di dalam selinder mudahalih dan secara umumnya kajian yang dilakukan oleh pengkaji hampir menyamai kajian mereka. Walau bagaimanapun beliau hanya melakukan pada kadar alir yang terlalu rendah (kegunaan domestik) iaitu kurang daripada 1

kg/jam serta saiz selinder yang kecil iaitu yang berkapasiti 11 kg dan 13 kg. Sebenarnya sektor ini di Malaysia adalah tiada masalah dihadapi (Zainal Zakaria, 1994). Mengikut beliau apabila meningkatkan kandungan butana dalam gas petroleum cecair akan menurunkan kemungkinan mengosongkan selinder serta dalam iklim sub tropika, penambahan propana akan menambahkan tekanan gas lalu meningkatkan kadar pengunduran serta meminimumkan baki.

- b. Pada tahun 1981 oleh S. Suphochana dari Petroleum Authority of Thailand. Beliau telah melakukan kajian ke atas penggantian minyak diesel dengan gas petroleum cecair pada mesin jentera pertanian. Dalam kajian tersebut beliau masih menggunakan selinder mudahalih dan bukannya selinder automobil. Menurutnyanya pada komposisi 70 % propana dan 30 % butana beliau telah memperolehi keputusan yang diharapkan. Walau bagaimanapun beliau tidak membincangkan tentang baki dalam selinder tetapi hanya tertumpu kepada kecekapan pembakaran serta kos sahaja. Lanjutan daripada sini pihak industri gas di Thailand telah diarahkan untuk membuat pengubahsuaian terhadap komposisi untuk semua kegunaan kepada 70 % propana dan 30 % butana. Justeru itu dapatlah diperhatikan bahawa Malaysia yang mempunyai keadaan persekitaran yang hampir sama dengan Thailand hanya menggunakan komposisi yang berlawanan iaitu 30% propana dan 70% butana.
- c. Pada tahun 1992 oleh pihak Petronas Dagangan Sendirian Berhad, Malaysia. Walau bagaimanapun kajian masih tidak tertumpu kepada analisa baki tetapi juga kepada kecekapan pembakaran pada berbagai jenis burner terhadap berbagai komposisi. Mereka mencadangkan bahawa pada komposisi 70% propana dan 30% butana dicadangkan sebagai komposisi yang optimum.

d. Pada tahun 1970 oleh Hashemi dari University Engineers Oklahoma. Kajian ini juga tidak tertumpu gas petroleum cecair tetapi ke atas peruwapan gas asli yang disimpan di dalam storan. Pendekatan yang digunakan oleh beliau untuk menganggarkan saiz storan gas asli yang berfungsi kepada kadar peruwapan adalah seperti berikut:

$$M = K dT^{4/3} \quad (1)$$

di mana,

M = Kadar peruwapan (kg/jam/m²)

K = Pemalar

dT = Perbezaan suhu di antara fasa cecair dan fasa wap

Pada pandangan pengkaji, pendekatan ini tidak boleh digunakan terhadap gas petroleum cecair kerana nilai K sentiasa berubah-ubah dan bergantung kepada komposisi sedangkan komposisi gas petroleum cecair sentiasa berubah-ubah dari masa ke semasa dan banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi perubahan komposisi (Zainal Zakaria, 1993). Di samping itu, beliau juga tidak menceritakan secara terperinci tentang kaedah pengukuran perbezaan suhu. Ini kerana pada pandangan pengkaji adalah mustahil untuk mengukur perbezaan suhu di dalam fasa cecair gas petroleum cecair kerana sewaktu proses peruwapan terjadi, paras cecair adalah tidak begitu jelas kerana berlakunya perlepasan molekul-molekul ke fasa wap melainkan bacaan diambil di bahagian dasar selinder.

1.2 Objektif dan Skop

Objektif

Objektif kajian adalah untuk mempertingkatkan pemahaman terhadap kelakuan proses peruwapan gas petroleum cecair di dalam selinder mudahalih yang berkapasiti 50 kg melalui kaedah peruwapan asli berdasarkan kepada persekitaran di Malaysia.

Skop

Skop kajian ditumpukan kepada dua faktor utama iaitu komposisi gas petroleum cecair yang berbeza-beza dan kadar aliran berterusan sehingga tekanan mencapai angka kosong bagi tujuan meminimumkan baki di dalam selinder. Sementara parameter-parameter yang diselidiki adalah profile suhu, profile tekanan, profile berat dan profile komposisi serta jenis komposisi tinggalan.

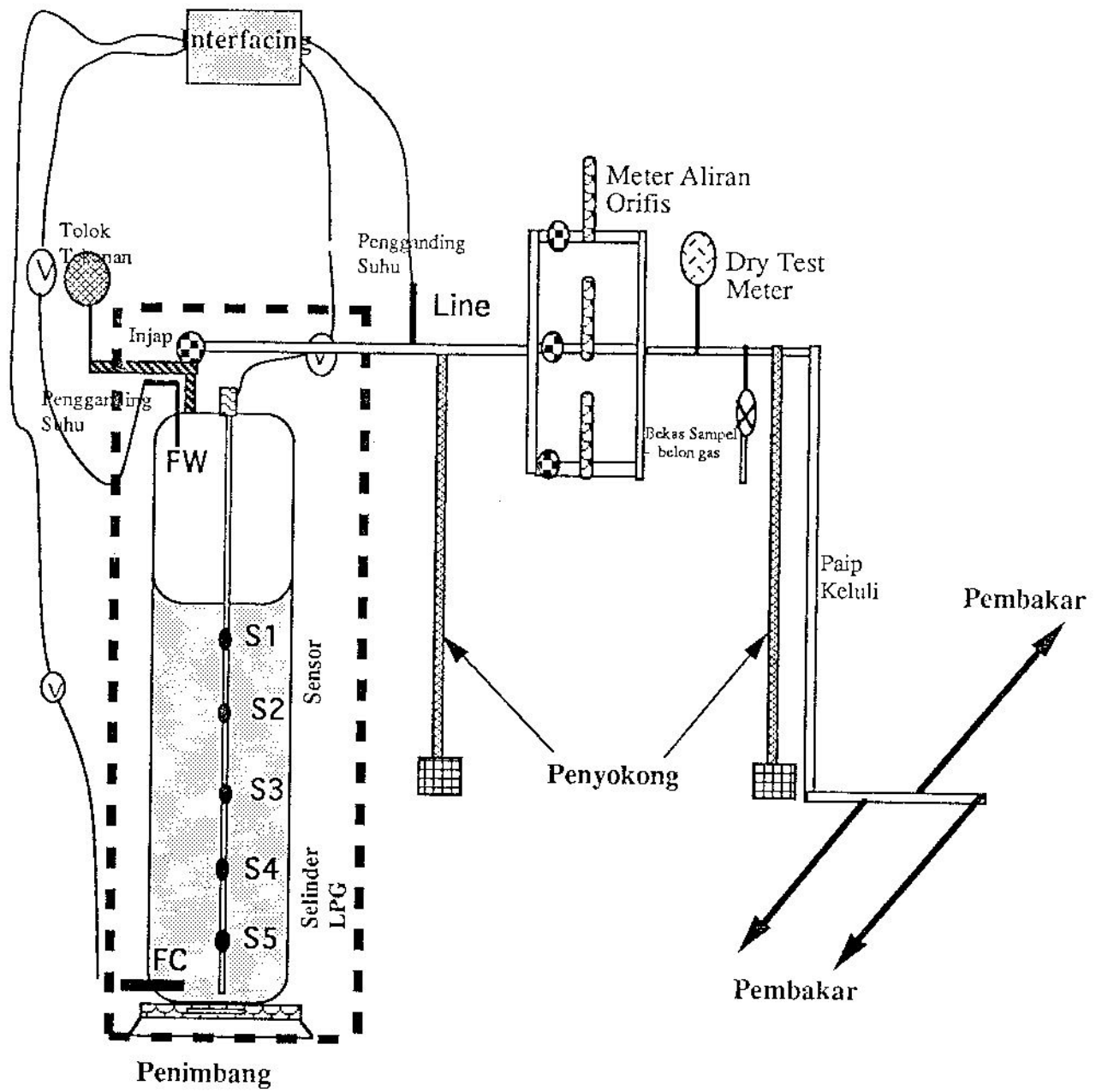
1.3 Sumbangan Kajian

Hasil kajian ini dapat membantu pihak-pihak yang berkaitan dengan industri gas supaya dapat merancang sistem pengagihan gas petroleum cecair agar dapat memenuhi keperluan pengguna. Dengan lain perkataan, masalah yang dihadapi sekarang dapat di atasi melalui satu rekabentuk komposisi yang betul.

2.0 Metodologi

Satu percubaan dijalankan di dalam makmal melalui satu fabrikasi rig yang agak mudah tetapi lengkap. Diagram skematik tentang ring serta peralatan adalah seperti ditunjukkan dalam Gambarajah 1.

Pembacaan data tekanan selinder, berat kandungan, suhu di tujuh lokasi dalam selinder, satu dalam kotak kawalan suhu dan satu persekitaran, komposisi wap dan cecair diambil



Gambarajah 1: Diagram Skematik Rig Kajian

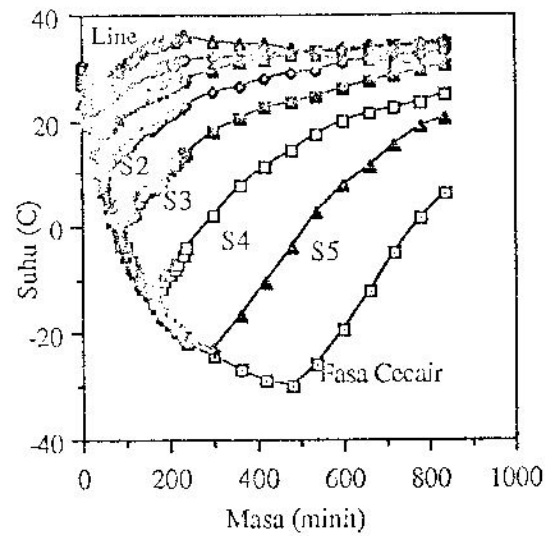
pada julat masa 10 minit dan selepas jangkamasa empat jam julat ditukar kepada satu jam. Nilai kadar alir ditetapkan pada permulaan percubaan melalui meter aliran serta suhu di dalam kotak kawalan ditetapkan mengikut suhu persekitaran Malaysia iaitu 30°C dan 35°C. Komposisi gas petroleum cecair kemudiannya ditentukan melalui alat gas kromatografi. Spesifikasi sesetengah pengukuran mengikut piawaian ASTM/ANSI.

3.0 Keputusan dan Perbincangan

Keputusan dan perbincangan yang dikemukakan hanyalah tertumpu kepada data-data kasar tertentu sahaja kerana penganalisan sebelum dilakukan sepenuhnya. Ini mungkin terdapat sedikit pengubahsuaian atau pembetulan terhadap keputusan sebenar.

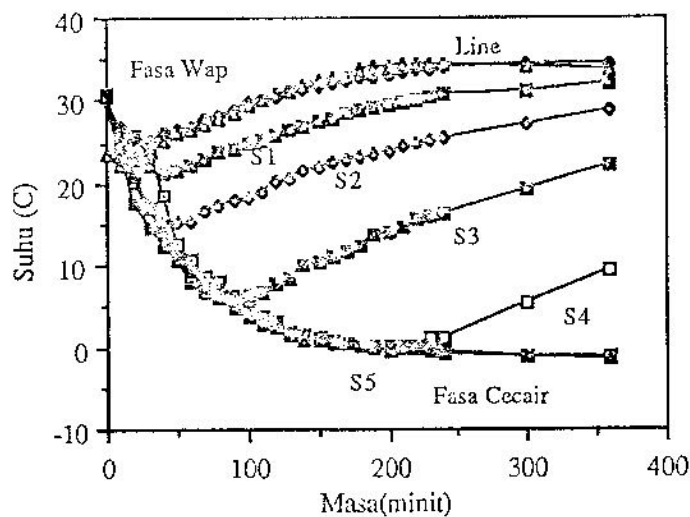
3.1 Profile Suhu

Suhu mempunyai corak yang sama untuk semua komposisi di mana 'sensor' yang paling bawah mencatatkan bacaan yang paling rendah. Ini kerana dalam proses peruwapan cecair haba adalah diperlukan seterusnya haba tersebut akan diambil daripada sekitar serta daripada cecair itu sendiri. Oleh itu suhu cecair dibahagian bawah selinder akan diambil bagi tujuan tersebut dan semakin jauh titik dari permukaan maka akan memberi bacaan yang semakin sejuk kerana pengambilan suhu terjadi secara terus menerus sehinggalah suhu cecair mencapai suhu takat didih. Walau bagaimanapun diakhir percubaan didapati semua bacaan suhu akan menghala kepada satu takat suhu kawalan iaitu suhu luaran selinder. Didapati sensor dalam fasa wap lebih cepat terjadi dan sensor dalam fasa cecair yang paling terkemudian. Penerangan ini dapat dilihat dengan lebih jelas pada Gambarajah 2 dan Gambarajah 3 masing-masing mewakili catatan suhu propana komersial dan butana komersial pada suhu sekitar 35°C dan kadar alir 10 m³/jam



Gambarajah 2: Profile Suhu Dalam Selinder Komposisi Komersial Propana Pada $10 \text{ m}^3/\text{jam}$ & 35°C

Apabila lebih banyak propana dicampurkan maka lebih rendah suhu dicatatkan pada semua sensor. Walau bagaimanapun jika dibandingkan dengan butana yang agak lebih tinggi suhunya, propana masih lagi mampu melakukan proses peruwapan kerana propana dengan butana (Clark, W.W., 1983),



Gambarajah 3: Profile Suhu Dalam Selinder Komposisi

mempunyai suhu takat didih jauh lebih rendah daripada butana. Oleh itu kuantiti haba yang diperlukan untuk meruwap lebih sedikit diperlukan olehnya jika dibandingkan dengan butana (Clark, W.W., 1983).

Dalam merumuskan peranan suhu terhadap rekabentuk komposisi gas petroleum cecair maka faktor cepat atau lambatnya mencapai takat didih adalah dipertimbangkan pada sensor yang paling bawah iaitu sensor dalam fasa cecair (FC). Ini kerana apabila takat didih dicapai maka tiada lagi proses peruwapan terjadi. Ini terbukti oleh kandungan yang banyak mengandungi peratus propana paling lambat menghampiri suhu takat didih. Walaupun begitu, apabila lebih banyak propana digunakan maka lebih cepat berlakunya "frost" di bahagian luar selinder dan ini mengganggu kecekapan proses pemindahan haba di antara sekitar dan cecair gas petroleum cecair seterusnya mengganggu kecekapan proses peruwapan.

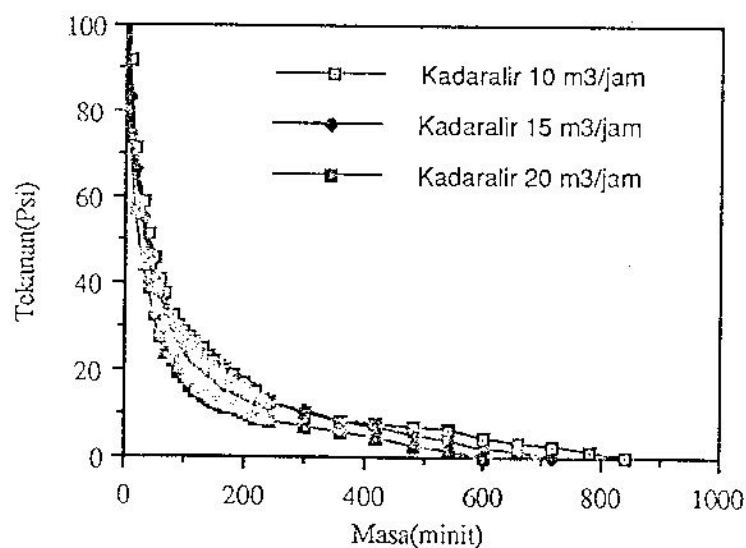
Frost yang terjadi ini disebabkan oleh kondensasi air dalam atmosfera akibat bersentuhan dengan permukaan sejuk kesan dari penyejukan bendalir gas petroleum cecair. Semakin lama gas dikeluarkan maka cecair yang terkondensasi tersebut akan membeku seterusnya akan semakin menebal. Sekiranya kualiti selinder yang digunakan tidak betul-betul diteliti semasa pembuatannya maka ini akan menyebabkan kerosakan pada selinder tersebut.

Paras frost yang terjadi adalah mengikut paras cecair dalam selinder dan parasnya semakin berkurang apabila paras cecair jatuh tetapi semakin menebal di bahagian dasar selinder. Ini kerana haba yang diperlukan diperolehi daripada kawasan terbasahan serta luas keterbasahan selinder lebih besar di bahagian bawah kerana berbentuk lengkung (Zainal Zakaria, 1993). Oleh itu apabila berlakunya frost pada bahagian luar selinder

menunjukkan bahawa kapasiti selinder tidak mencukupi untuk menampung keperluan kadaralir atau proses peruwapan yang terjadi (C.C. Turner, 1955). Penyelesaian terhadap masalah ini boleh dilakukan melalui penggunaan saiz selinder yang lebih besar atau menambahkan bilangan selinder di mana pemasangan dilakukan secara "manifold".

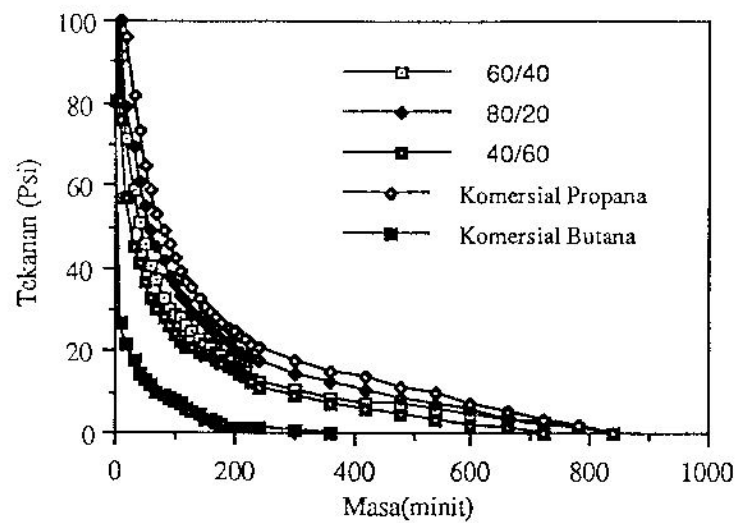
3.2 Profile Tekanan

Gambarajah 4 dan Gambarajah 5 adalah corak kejatuhan tekanan yang terjadi. Daripada keputusan yang diperolehi adalah jelas menunjukkan bahawa semakin tinggi kadaralir digunakan maka semakin cepat kejatuhan tekanan terjadi. Walau bagaimanapun apabila peratus propana melebihi 60% digunakan didapati kejatuhan tekanan agak sukar terjadi dan coraknya mengikuti propana komersial.



Gambarajah 4: Corak Kejatuhan Tekanan Komposisi 60/40 Pada 10 m³/jam dan 35°C

Adalah diketahui bahawa tekanan wap merupakan salah satu parameter utama yang dipertimbangkan dalam meminimumkan baki. Sekiranya kejatuhan tekanan sukar berlaku maka ianya dipertimbangkan dalam merekabentuk komposisi gas petroleum cecair.



Gambarajah 5: Corak Kejatuhan Tekanan Pada 10 m³/jam dan 35°C

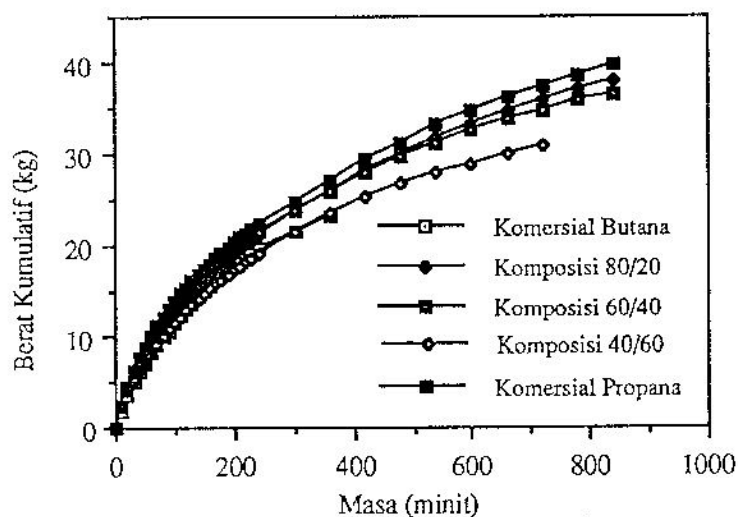
Bertambahnya propana agak sukar berlakunya kejatuhan tekanan kerana propana mempunyai tekanan wap yang tinggi di mana pada suhu yang rendah propana masih lagi mampu melakukan peruwapan atau dengan kata lain molekul-molekul propana masih mempunyai tenaga kinetik yang tinggi untuk terlepas ke dalam fasa wap seterusnya memberikan tekanan. Justeru itu apabila propana melebihi 60% maka dikatakan molekul propana dapat membantu molekul butana yang wujud bersama-sama dalam selinder. Molekul-molekul propana dan butana adalah hidrokarbon tepu maka tiada berlakunya sebarang tindakbalas atau pengubahsuaian terhadap kedua-dua molekul tersebut tetapi proses yang berlaku hanyalah proses perlanggar dan propana yang mempunyai lebih tenaga kinetik akan membantu molekul butana.

Molekul propana memainkan peranan penting dalam proses peruwapan dapat lagi dibuktikan dengan berdasarkan kepada keputusan aliran terhenti-henti. Di mana diketahui bahawa setiap kali pengeluaran gas dihentikan maka pengeluaran berikutnya akan

mengandung kandungan propana yang semakin berkurang. Keadaan ini menyebabkan pengeluaran berikutnya menunjukkan tekanan cepat mencapai nilai kosong.

3.3 Profile Pengunduran Berat

Corak pengeluaran berat gas petroleum cecair dalam selinder adalah sama seperti corak kejatuhan tekanan iaitu akan menghampiri nilai kosong walaupun pada hakikatnya angka kosong tidak mungkin dicapai, walau bagaimanapun keputusan yang dipersembahkan dibuat mengikut pengeluaran berat kumulatif. Gambarajah 6 menunjukkan berat kumulatif pada kadar alir $10\text{m}^3/\text{jam}$ dan suhu 35°C untuk semua komposisi kajian.



Gambarajah 6: Pengeluaran Berat Kumulatif
Pada $10\text{m}^3/\text{jam}$ dan 35°C

Berdasarkan kepada keputusan kadar alir berterusan menunjukkan bahawa corak pengunduran berat kumulatif merupakan suatu garis lengkung dan garis lengkung ini akan mendatar pada satu ketika. Oleh itu semakin lambat pendataran terjadi maka dipertimbangkan dalam pemilihan kriteria merekabentuk komposisi. Ini jelas bahawa

apabila semakin lambat mendarat maka semakin minimum baki terhasil. Oleh yang demikian kandungan propana yang berkuantiti 60% dan kurang mempunyai kecenderungan yang cepat untuk mendarat seterusnya pertimbangan yang dibuat mestilah pada kandungan propana yang melebihi 60%.

Walaupun bagaimanapun keadaan cepatnya berlaku garis mendarat boleh dielakkan melalui kadar alir terhenti-henti atau dengan kata lain memberikan tempoh pemanasan semula terhadap cecair gas petroleum cecair dalam selinder. Ini kerana suhu dan tekanan dalam selinder dapat dinaikkan kembali bagi tujuan bekalan daya tolakan. Disebalik itu, bagi kandungan yang banyak mengandungi kandungan butana memerlukan beberapa kali pemberhentian atau pemanasan semula

3.4 Komposisi Wap

Komposisi wap sahaja yang direkodkan dalam kajian ini dan walaupun pengukuran dibuat terhadap komposisi cecair tetapi keputusan yang diperolehi amat tidak boleh dipercayai. Ini terbukti melalui kajian yang telah dilakukan oleh Dick & Timn (1970) dan Dick (1971). Jadual 1 merupakan keputusan yang diperolehi dan bersama-sama itu juga dicatatkan berat propana yang tertinggal dalam selinder.

Daripada keputusan tersebut dapat dirumuskan bahawa peratus propana semakin berkurang terhadap masa sementara peratus butana semakin bertambah. Ini jelas bahawa propana yang mempunyai tenaga kinetik yang tinggi lebih cepat serta senang terlepas ke dalam fasa wap seterusnya keluar dari selinder dibandingkan dengan butana. Plotkan yang dibuat daripada data-data menunjukkan bahawa garisan yang terhasil tidak memberikan satu garisan yang licin. Keadaan ini terjadi disebabkan semasa proses peruwapan terjadi wujudnya proses perolakan kerana haba yang dibekalkan hanya datang

dari tempat yang berdekatan dengan dinding selinder dan paling banyak di bahagian dasar selinder.

Jadual 1: Komposisi Wap Dengan Peratus Pengisian 40/60

Masa (Minit)	30 C						35 C					
	Q1		Q2		Q3		Q1		Q2		Q3	
	Propana	Butana	propana	Butana	Propana	Butana	Propana	Butana	Propana	Butana	Propana	Butana
10.00	72.82	27.18	76.39	23.61	78.79	21.21	74.32	25.68	78.24	21.76	80.88	19.12
30.00	68.87	31.13	70.95	29.05	69.25	30.75	69.86	30.14	71.19	28.81	72.32	27.68
60.00	50.30	49.70	60.52	39.48	58.02	41.98	66.17	33.83	67.12	32.88	62.88	37.12
90.00	48.52	51.48	52.08	47.92	50.95	49.05	49.33	50.67	51.15	48.85	50.55	49.45
120.00	46.80	53.20	46.99	53.01	47.87	52.13	46.88	53.12	47.15	52.85	46.47	53.53
150.00	45.25	54.75	44.89	55.11	43.05	56.95	44.35	55.65	43.56	56.44	42.87	57.13
180.00	44.04	55.96	43.92	56.08	41.97	58.03	43.93	56.07	42.24	57.76	40.25	59.75
210.00	42.33	57.67	41.47	58.53	40.61	59.39	41.42	58.58	40.64	59.36	39.72	60.28
240.00	41.23	58.77	40.43	59.57	39.74	60.26	39.18	60.82	38.93	61.07	37.46	62.54
300.00	39.39	60.61	38.25	61.75	36.24	63.76	37.63	62.37	36.45	63.55	34.58	65.42
360.00	36.84	63.16	34.96	65.04	32.55	67.45	34.76	65.24	33.84	66.16	31.54	68.46
420.00	35.33	64.67	31.53	68.47	29.81	70.19	30.79	69.21	29.81	70.19	29.26	70.74
480.00	30.55	69.45	28.59	71.41	25.70	74.30	27.68	72.32	26.02	73.98	25.35	74.65
540.00	28.36	71.64	26.89	73.11	24.19	75.81	25.08	74.92	24.60	75.40	23.56	76.44
600.00	25.70	74.30	23.68	76.32	21.23	78.77	21.56	78.44	20.20	79.80	22.23	77.77
660.00	22.87	77.13	17.60	82.40			19.64	80.36	18.05	81.95		
720.00	18.08	81.92					17.22	82.78				
Baki												
(kg)	0.93		1.54		2.18		0.65		1.13		1.84	
(%)	9.09		13.89		17.83		6.97		10.67		15.71	

Justeru itu, molekul-molekul yang terlepas hanya berlaku jika tiada wujudnya halangan terhadap pergerakan. Ini jelas kerana propana masih wujud dalam selinder pada akhir percubaan dan ini dikenali sebagai fenomena penawanan molekul dan keadaan ini berlaku pada bahagian tengah selinder sebab pada bahagian ini merupakan regim suhu yang paling rendah berbanding dengan bahagian lain (Zainal Zakaria, 1994).

3.5 Baki Gas Petroleum Cecair

Semua komposisi gas petroleum cecair dalam selinder tidak dapat mengosongkan selinder sepenuhnya sekalipun propana komersial. Tetapi apabila lebih banyak propana dicampurkan akan menghasilkan baki yang lebih minimum. Pada komposisi yang sama dan kadar alir yang lebih tinggi juga akan menambahkan baki. Jadual 4 di bawah adalah keputusan yang diperolehi.

Jadual 2: Baki Gas Dalam Selinder

Kadar alir (m ³ /jam)	Baki (kg)									
	30 °C					35 °C				
	Kom. C4	40/60	60/40	80/20	Kom. C3	Kom. C4	40/60	60/40	80/20	Kom. C3
10.00	17.70	10.20	5.92	3.07	0.46	16.80	9.25	4.27	1.92	0.39
15.00	19.64	11.10	6.80	4.20	0.88	18.99	10.59	5.64	2.55	0.60
20.00		12.25	7.51	6.34	1.51		11.69	6.97	5.51	1.04

Bertambahnya baki dalam selinder telah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, tekanan dan komposisi seperti mana diulaskan pada bahagian-bahagian lepas di samping saiz selinder yang mana tidak termasuk di dalam skop kajian. Akhir sekali dapatlah dirumuskan bahawa hubungan di antara baki dan kadar alir pada suhu yang sama adalah secara kuasadua.

4.0 Kesimpulan

Semua komposisi gas petroleum cecair yang dicampurkan dalam selinder 50kg tidak mampu mengosongkan selinder dalam iklim di Malaysia. Walau bagaimanapun bagi mengurangkan baki dalam selinder maka peratus berat propana mestilah melebihi 60%.

Ini disokong dengan kenyataan penggunaan gas di Thailand yang menggunakan peratus berat propana 70% untuk semua kegunaan.

Cara penggunaan gas petroleum cecair mestilah dielakkan daripada penggunaan secara berterusan atau terlalu lama kerana boleh menyebabkan frost. Ini kerana melalui pengunduran secara terhenti-henti memberi peluang kepada tekanan dan suhu kembali meningkat yang berperanan sebagai pembekal daya penolakan.

Rujukan

- Clark, W.W. (1983). Physical and Chemical Properties. Handbook Butane-Propane Gases, Vol. 2.
- Dick, M.N. (1971). "Sampling Errors During the Analysis of LPG". Institute of Petroleum Journal, Vol. 57, 556.
- Dick, M.N. & Timms (1970). "The Prediction of Vapour Offtake Rates from LPG Cyclinder ". Journal of The Institute of Fuel. Vol XIII, 407.
- Hashemi,H.T. & Wesson, H.R. (1971). "Cut LNG Storage". Hydrocarbon Processing. Vol 5, 117.
- Petronas Dagangan Sdn. Bhd (1992). Effect of Change Composition on Flame Characteristics. Preliminery Report on Testing.
- Suphochana. S. (1981). Substitution of LPG for Diesel Engine in Farm Maachinery. Preliminery Report on Testing.
- Turner, C. C. (1955). The LP-Gas Man's Encyclopedia of Method and Equipment. A Moore Gas Publication. New York.
- Yahya Abdul Halim. (1989). Sistem Pengagihan Gas ke Rumah-Rumah. Jabatan Kilang dan Jentera.
- Zainal Zakaria (1994). Penganalisaan Baki Gas Petroleum Cecair Dalam Selinder Mudahalih. Buletin Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Asli, Universiti Teknologi Malaysia.
- Zainal Zakaria (1993). Fenomena Peruwapan Gas Petroleum Cecair Dalam Persekitaran Malaysia. Simposium Sumber Alam Tropika, Universiti Malaysia Sarawak, Majestic Hotel Kuching, Sarawak.
- Zainal Zakaria (1993). Komposisi Gas Petroleum Cecair di Malaysia. Seminar Penyelidikan Fak. Kej. Kimia & Kej. Sumber Asli, Federal Hotel, Kuala Lumpur.